

大学院 電気通信学 研究科 博士前期課程 量子・物質工学 専攻

氏名 長谷川 聖憲 学籍番号 0533042

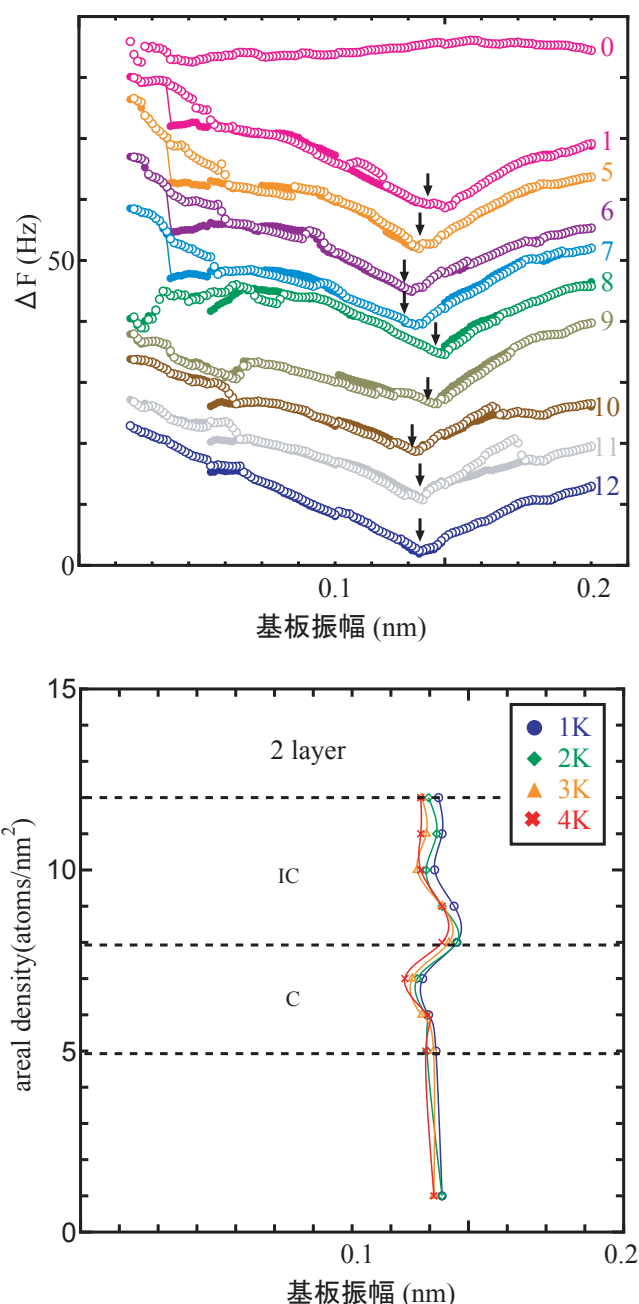
論文題目 単原子層⁴He吸着膜の界面摩擦

図 ⁴He吸着膜の各面密度に対する共振周波数の振幅変化. 図中の数字は面密度 (atom/nm²)

当研究室では界面摩擦のメカニズムをミクロな視点から探ることを目的に, グラファイト基板上における⁴He吸着膜の界面摩擦の研究を行っている. これまでの研究は主に2原子層, 3原子層膜について行われてきた. 本研究は吸着膜の構造が明らかにされている単原子層膜での界面摩擦の解明を目的としている. 単原子層膜の構造は温度・面密度によりさまざまな相を取り3K以下で面密度5~8atoms/nm²では膜は基板に対し整合, 8~12atoms/nm²は不整合な相になる.

界面摩擦の測定には水晶マイクロバランス (QCM) 法を用いた. 測定の原理は水晶振動子の共振周波数とその質量によって変化することを利用している. すなわち, 水晶振動子に⁴Heが吸着されると水晶振動子の質量が増加し共振周波数は減少し, 逆に吸着膜が基板に対しスリップすると共振周波数は上昇する. 試料は2MHz, 5MHz水晶振動子の電極にグラフォイルを圧着して作成した.

測定は温度を一定にし振幅を変化させて行い, 徐々に⁴He吸着膜の面密度を増しながら共振周波数とQ値の振幅依存を測定した.

上図は5MHz水晶を用いて1Kで基板振幅を0.14~1.4nmと変えたときの共振周波数の振幅変化である. 図の矢印の示す幅 (A_s) から高振幅側へ向けてスリップによる共振周波数の上昇が見られた. また1~7atoms/nm²の低振幅側で振幅の上昇と下降にヒステリシスが見られた. ヒステリシスの大きさは温度を上げていくと小さくなる. A_s の面密度ごとの変化を下図に示す. 図より A_s は整合層 (C) と不整合層 (IC) で大きく変化していることがわかる. しかし温度による違いは見られなかった. さらに5MHz水晶とは基板速度が異なる2MHz水晶を用いて同様の測定を行い A_s が何に依存するかを調べ, 摩擦がどのような量に関係するかを見る.